

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-289560
(P2002-289560A)

(43)公開日 平成14年10月4日(2002.10.4)

| (51)Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | ターミナル*(参考) |
|--------------------------|------|---------------|-------------|
| H 0 1 L 21/30 | | H 0 1 L 21/30 | 4 E 0 8 8 |
| B 3 0 B 15/02 | | B 3 0 B 15/02 | E 5 F 0 4 6 |

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2001-84681(P2001-84681)

(22)出願日 平成13年3月23日(2001.3.23)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 出口 公吉

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 竹内 信行

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(74)代理人 100075753

弁理士 和泉 良彦 (外1名)

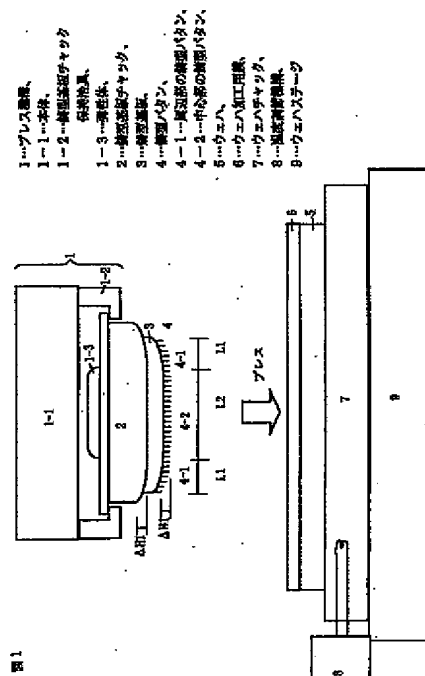
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 インプリント方法およびインプリント装置

(57)【要約】

【課題】広い面積の鋳型パタンを均等にプレスすることを可能にし、プレス面全域において均一性の高い鋳型パタンの転写が行えるインプリント方法及びインプリント装置を提供すること。

【解決手段】ウェハ5上に成膜されたウェハ加工用膜6に、鋳型基板3上に形成された鋳型パタン4をプレスして、鋳型パタン4をウェハ加工用膜6に転写するインプリント方法及びインプリント装置において、プレスする方向に対する鋳型パタン4の高さを、プレス面の中央から周縁にかけて減少させて、プレス時のプレス面におけるプレス圧力の不均一性を、前記高さの減少が無い場合に比べて低下させることを特徴とするインプリント方法及びインプリント装置を構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ウェハ上に成膜されたウェハ加工用膜に、
 鋳型基板上に形成された鋳型パターンをプレスして、該鋳
 型パターンを該ウェハ加工用膜に転写するインプリント方
 法において、プレスする方向に対する該鋳型パタンの高
 さに場所による高低差を与えて、プレス時のプレス面
 におけるプレス圧力の不均一性を、該高低差が無い場合
 に比べて低下させることを特徴とするインプリント方法。

【請求項2】 プレス手段を備えたプレス機構を有し、該
 プレス手段によって、ウェハ上に成膜されたウェハ加工
 用膜に、鋳型基板上に形成された鋳型パターンをプレス
 して、該鋳型パターンを該ウェハ加工用膜に転写するイン
 プリント装置において、該鋳型パターンに、プレスする方
 向に対する該鋳型パタンの高さが場所によらず一定である
 場合に比べてプレス面におけるプレス圧力の不均一性が
 低下するような該高さに場所による高低差を与える手段
 を有することを特徴とするインプリント装置。

【請求項3】 上記プレス機構が、上記プレス手段と上記
 鋳型基板との間に介在する弾性体を備えていることを特
 徴とする請求項2に記載のインプリント装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ウェハ上に成膜さ
 れたウェハ加工用膜に、鋳型基板上に形成された鋳型パ
 タンをプレスして、該鋳型パターンを該ウェハ加工用膜に
 転写するインプリント方法及びインプリント装置に関す
 るものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、半導体集積回路や光回路の高集積
 化が目覚ましい速度で実現されている。これを技術的に
 支えているのは、これらのデバイスに対応する回路パタ
 ンをシリコン基板等の被加工ウェハ上に成膜されたウェ
 ハ加工用膜、例えば、レジスト膜に投影露光する光リソ
 グラフィ技術の進歩である。工業用には、これまで紫外
 線光源を用いた縮小投影露光装置（ステッパ）が主に用
 いられてきており、光源の波長を超高圧水銀灯のg線の
 436nm、i線の365nm、KrFエキシマレーザ
 の248nmと短くすることにより解像性が向上してき
 た。さらに波長の短いArFエキシマレーザ（波長19
 3nm）も開発された。しかしながら、これらの非常に
 高価なステッパを用いたデバイス製造プロセスは、少量
 多品種のデバイス製造にはコスト的に適用できない。

【0003】 これに対して、鋳型パターンを被加工ウェハ
 上のウェハ加工用膜にプレスしてパターンを形成するイン
 プリント方法を用いたデバイス製造方法は、高価なステ
 ッパが必要でなく、プロセスも簡便になるために、デバ
 イス製造コストが安価になる利点がある。このことか
 ら、今後、この方法の応用範囲が広がるものとして期待
 されており、この方法の実用化が急がれている。

【0004】 従来、インプリント方法及びインプリント

装置の開発においては、鋳型パターンをレジスト等のウェ
 ハ加工用膜が成膜された被加工ウェハにプレスするに際
 して、可能な限り大きな面積の鋳型パターンを同時にプレ
 スすることを要求されるのが通常である。これにより多
 数のデバイスが同時に製造できるようになるため生産性
 が向上する、あるいはより大きな面積のデバイスの製造
 が可能になるため、本方法の適用範囲が広がるなどの利
 点が生まれる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、プレス
 面積を大きくすると、プレス面全域でのプレス圧力に不
 均一なばらつきが生じ、結果としてプレス面の一部位で
 パターンが形成できない、あるいはプレス面全域で均一な
 パターン形状が得られないなどの問題が生じていた。

【0006】 プレス面全域でパターンを形成するための一
 つの解決策として、プレス圧力の弱い部分においてもパ
 タンが形成できる圧力になるように、全体のプレス圧力
 を上げることが考えられるが、そのためにはより大きな
 プレス圧力が出力可能な大型のプレス装置が必要になる
 問題があった。さらに、もともとプレス圧力の強い部分
 では必要以上のプレス圧力が掛かるため、パターン変形が
 生じるだけでなく、レジスト膜が被加工ウェハから剥離
 して鋳型パターンに付着するなどの新たな問題が発生す
 る。

【0007】 本発明は、以上のような問題点を解決する
 ためになされたものであり、広い面積の鋳型パターンを均
 等にプレスすることを可能にし、プレス面全域において
 均一性の高い鋳型パタンの転写が行えるインプリント方
 法及びインプリント装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 前記課題を解決するた
 めに、本発明は、請求項1に記載のように、ウェハ上に成
 膜されたウェハ加工用膜に、鋳型基板上に形成された鋳
 型パターンをプレスして、該鋳型パターンを該ウェハ加工
 用膜に転写するインプリント方法において、プレスする方
 向に対する該鋳型パタンの高さに場所による高低差を与
 えて、プレス時のプレス面におけるプレス圧力の不均一
 性を、該高低差が無い場合に比べて低下させることを特
 徴とするインプリント方法を構成する。

【0009】 また、本発明は、請求項2に記載のよう
 に、プレス手段を備えたプレス機構を有し、該プレス手
 段によって、ウェハ上に成膜されたウェハ加工用膜に、
 鋳型基板上に形成された鋳型パターンをプレスして、該鋳
 型パターンを該ウェハ加工用膜に転写するインプリント装
 置において、該鋳型パターンに、プレスする方向に対する
 該鋳型パタンの高さが場所によらず一定である場合に比
 べてプレス面におけるプレス圧力の不均一性が低下する
 ような該高さに場所による高低差を与える手段を有する
 ことを特徴とするインプリント装置を構成する。

【0010】 また、本発明は、請求項3に記載のよう

に、上記プレス機構が、上記プレス手段と上記鋳型基板との間に介在する弾性体を備えていることを特徴とする請求項2に記載のインプリント装置を構成する。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明に係るインプリント方法及びインプリント装置は、レジスト膜等のウェハ加工用膜へのインプリントに際して、例えば、鋳型基板の中央部に形成された鋳型パタンと周辺部に形成された鋳型パタンのプレスする方向に対する高さに適正な高低差を与えてプレスを行うこと、及び、プレスの方向がウェハ加工用膜の面に対して正しく垂直であるようにしてプレスすることで、プレス面（パタンの転写が行われる面）全域で均等なプレスができるような対策を講じている。すなわち、通常の、パタンの上記の高さに高低差の無い鋳型パタンをプレスしたときにプレス圧力が強くなる部分の鋳型パタンが、プレス圧力が弱くなる部分の鋳型パタンより、プレス方向の高さに関して低くなるように鋳型基板の平面度を補正できるようにしている。また、インプリント装置においては、プレスする方向がウェハ面に対して垂直になるようなプレス機構が具備される。

【0012】以下、本発明の実施の形態例を説明する。

【0013】図1は、本発明のインプリント方法及びインプリント装置の典型的な実施の形態例を説明する概略図である。図中、1はプレス機構であり、1-1はプレス手段である本体、1-2は鋳型基板チャック保持治具、1-3は弾性体、2は鋳型基板チャック、3は鋳型基板、4は鋳型パタン全体を示し、そのうち4-1は周辺部の鋳型パタン、4-2は中央部の鋳型パタン、5はウェハ、6はウェハ加工用膜、7はウェハチャック、8はウェハ5の温度調節機構、9はウェハステージである。図中でL1及びL2はそれぞれ鋳型基板3周辺部の鋳型パタン4-1と中央部の鋳型パタン4-2に対応する範囲を意味する長さ記号である。また、 $\Delta H1$ は鋳型パタン4をプレスするときの鋳型基板3周辺部の鋳型パタン4-1と中央部の鋳型パタン4-2のプレスの方向に対する最大高低差を意味する長さ記号である。

【0014】鋳型基板3として、ドライエッチング法を利用して $525\mu\text{m}$ 厚の4インチシリコン基板全面に凸型の柱状パタンを $0.7\mu\text{m}$ 高さにエッチングした後、 10mm 角に切り出したものを用いた。この場合の柱状パタンの面積密度は場所に対して一定であり、パタンの模様は場所によって変わらないものとする。

【0015】鋳型基板チャック2には多孔質シリコンの真空チャックを利用し、サイズは直径 15mm の円筒型とし、 10mm 角の鋳型基板3の全面が真空吸着できるようにした。さらに、鋳型基板3の対角線方向にL1、L2を定義したとき、それぞれに相当する長さとして 4mm と 6mm を選択して、 $\Delta H1$ が $3\mu\text{m}$ になるように鋳型基板チャック2をテーパ加工した。すなわち、鋳型基板チャック2の中心部の直径 6mm の円内はフラット

な面に研磨し、周辺の 4.5mm の環状の帯は外周に向けて次第に低くなるように研磨していった。最外周で中央部に比べて $4\mu\text{m}$ 低くなるようにして、 $\Delta H1$ の $3\mu\text{m}$ を確保した。この鋳型基板チャック2に多孔質シリコンを使うことにより鋳型基板3の全面を均一に吸引することが可能となり、鋳型基板3のチャック後の平面度は鋳型基板チャック2の平面度にならうように補正することが可能となった。

【0016】なお、この鋳型基板チャック2は鋳型基板3の全面を均一にチャックでき、その平面度を補正できるものであれば、静電チャックでも同様の効果が得られるのはもちろんである。鋳型基板チャック2のチャック面と対向する面、すなわち裏面は可能な限りチャック面の中心部の平面と平行になるように加工した。

【0017】上記鋳型基板チャック2の裏面をプレス機構本体1-1を用いて押し出すことにより鋳型パタン4をウェハ5上に成膜されたウェハ加工用膜6にプレスした。この際、鋳型パタン4のウェハ5の面に対するプレスの方向が垂直になるように、鋳型基板チャック保持治具1-2と弾性体1-3をプレス機構1に追加した。鋳型基板チャック保持治具1-2は鋳型基板チャック2を吊るすように保持する役割を有するが、鋳型パタン4をウェハ加工用膜6に押しつける働きはない。鋳型パタン4をウェハ加工用膜6に押しつける力は、もっぱら、プレス機構本体1-1と鋳型基板チャック2の裏面との間に介在する弾性体1-3（この場合には皿バネ）によって与えられる。鋳型基板チャック2のチャック面と裏面の平行度のずれ、鋳型基板チャック2の裏面とプレス機構本体1-1のプレス面との平行度のずれなどによって、鋳型パタン4をウェハ加工用膜6に押しつける力の方向と、加工用膜6の面に垂直な方向との間に、角度ずれがある場合に、弾性体1-3は、それ自体の弾性変形によって、その角度ずれを小さくする機能を有する。なお、はじめから、上記の角度ずれが無い場合には、弾性体1-3を剛体で置き換えても支障が無い。

【0018】上記の機能の結果として、周辺部の鋳型パタン4-1と中心部鋳型パタン4-2とに所望の高低差を与えながら、均一な圧力と正しい角度の力で鋳型パタン4-1をウェハ加工用膜6にプレスすることが可能となった。

【0019】ウェハ5としては、 $525\mu\text{m}$ 厚の4インチシリコン基板を用いた。鋳型パタン4を転写するウェハ加工用膜6にはPMMAレジストを用いた。まず、ウェハ5にPMMAレジストを $0.3\mu\text{m}$ 膜厚でスピン塗布し、 150°C で120秒間、ホットプレート上でベークした後、ウェハチャック7に真空吸着により装着した。プレスに先立ちウェハ5の温度が、PMMAのガラス転移温度 105°C よりも高い 150°C になるように、ウェハ温度調節機構8を用いて、昇温した。次に、プレス機構1を用いて鋳型基板3を押し下げることによりブ

レスを行った。ウェハ温度が150℃でプレスを開始し、プレス圧力が80MPaとなるようにして10分間プレスした。プレス終了前5分間で、温度調節機構8に冷却水を流すことにより基板温度を70℃まで下げて、両者を引き離した。これにより、プレス面の約9.7mm角においてプレス深さ0.2μmの均一なプレスが可能であった。しかし、最外周の150μm程度はプレス不足になる傾向にあった。この問題に対しては、予め鋳型基板3をその分だけ大きめに作ることで対処可能であり、これにより10mm角全域において均一性の高い

10 プレスが可能となった。
【0020】これに対して、従来の方法である完全に平坦な鋳型基板3と鋳型基板チャック2を用いたプレスにおいては、プレス面の中心部の直径6mmの円内においては、それより外の周辺部に比べてプレスパタンの深さが浅くなる傾向にあった。このため、プレス圧力を2割増してプレスすると中心部においてもプレスパタンが得られるようになったが、周辺部の一部でプレスパタンの変形が生じたり、一部のPMMAレジストが基板から剥離する問題が発生し、結果として10mm角全域で使用

20 に耐えうるプレスパタンを得ることはできなかった。また、大部分のプレスにおいてウェハ5の面に対する鋳型パタン4のプレスの方向に角度ずれが発生し、片押しになり不均一なプレスパタンが得られる問題も残った。
【0021】このように鋳型基板3の平面度を補正することによりプレス面全域において均一なプレスが可能となる理由について説明する。4インチシリコンウェハの一部の10mm角の領域にプレス圧力として80MPaのような大きな力を加えたとき、シリコンウェハは厚さ方向に変形する。一例として、均一な圧力が加えられた30 としてときのシリコンウェハの厚さ方向の歪の計算例を図2に示す。鋳型パタン4の中心で直交する軸上の、中心から外周に向けた各位置における歪を示している。中心から約3mmまでは歪は同じ値であるが、それより外周ではこれより（絶対値として）次第に大きくなり中心から約4mmで最大になり、また次第に小さくなり、最外周では中心よりも小さくなる。このようにプレスによりウェハ5が厚さ方向に変形することは、それに応じてプレス圧力に変化が発生することを意味している。すなわち、中心部に比べて周辺部のプレス圧力が強くなることを意味している。従って、プレス面全域で均一なプレスパタンを得るには、ウェハ歪の大きな部分すなわち外周の平面度が中心部の平面度より低くなるように補正することにより、プレス圧力を下げ、全体のバランスをとることが有効となる訳である。どの程度の平面度補正が最適であるかは、鋳型基板3やウェハ5のサイズ、厚さ、材質及びプレス圧力等で変わるので、一概には決められない。しかし、これらのパラメータが一旦決まれば有効な補正量が実験もしくはシミュレーションで求められ、かつその後の再現性は得られるので、実用的には問

題なく本発明が広く利用できる。

【0022】例えば、上記実施の形態例において鋳型基板3のサイズを20mm角に増加させた場合においては、鋳型パタン4の周辺部のL1=3~5mmの領域を中心部に比べて、 $\Delta H1=5\mu m$ になるように鋳型基板チャック2をテーパ研磨して平面度補正することにより、プレスパタンの均一性が大幅に改善された。

【0023】なお、本実施の形態例では鋳型基板チャック2に鋳型基板3の平面度補正機能を持たせたが、鋳型基板3そのものの平面度を補正しても同じ効果が得られることは明白である。

【0024】以上のようにして、ウェハ上に成膜されたウェハ加工用膜に、鋳型基板上に形成された鋳型パタンをプレスして、該鋳型パタンを該ウェハ加工用膜に転写するインプリント方法において、プレスする方向に対する該鋳型パタンの高さに場所による高低差を与えて、プレス時のプレス面におけるプレス圧力の不均一性を、該高低差が無い場合に比べて低下させ、広い面積の鋳型パタンを均等にプレスすることを可能にし、プレス面全域において均一性の高い鋳型パタンの転写が行えるインプリント方法及びインプリント装置を提供することが可能となる。

【0025】また、上記の実施の形態例においては、鋳型パタン4の模様が場所によって変わらなかったが、鋳型パタン4の模様が場所によって異なり、パタンの粗密に応じてプレス効率が変わる場合においても、鋳型パタン4の高さを変えることはプレス効率の均一化に効果を有する。ここに、プレス効率とは、パタン転写が設定通りに行われた場合を100%としたときのパタン転写の達成割合を意味する。このように、鋳型パタン4の模様が場所によって異なり、パタンの粗密に応じてプレス効率が変わる場合には、プレス効率の低い部分の、プレスの方向に対する鋳型パタン4の高さが高くなるように鋳型基板3の平面度を補正することにより、プレス効率の均一性を高めることができる。

【0026】上記の実施の形態例においては、鋳型パタン4の模様が場所によって変わらないので、プレス面におけるプレス圧力を均一にすれば、プレス面におけるプレス効率も均一となる。しかし、鋳型パタン4の模様が場所によって異なり、パタンの粗密に応じてプレス効率が変わる場合には、プレス面におけるプレス圧力を均一にしても、それは、必ずしも、プレス効率を均一にすることにはならないので、この場合には、プレス効率が均一になるように、鋳型パタン4の高さを調節すればよい。この場合においても、弾性体1-3の利用は、プレス効率を均一にすることに役立つ。このようにして、ウェハ上に成膜されたウェハ加工用膜に、鋳型基板上に形成された鋳型パタンをプレスして、該鋳型パタンを該ウェハ加工用膜に転写するインプリント方法において、プレスする方向に対する該鋳型パタンの高さに場所による

高低差を与えて、プレス時のプレス面におけるプレス効率の不均一性を、該高低差が無い場合に比べて低下させ、広い面積の鋳型パタンを均等にプレスすることを可能にし、プレス面全域において均一性の高い鋳型パタンの転写が行えるインプリント方法及びインプリント装置を提供することが可能となる。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の実施により、広い面積の鋳型パタンを均等にプレスすることを可能にし、プレス面全域において均一性の高い鋳型パタンの転写が行えるインプリント方法及びインプリント装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

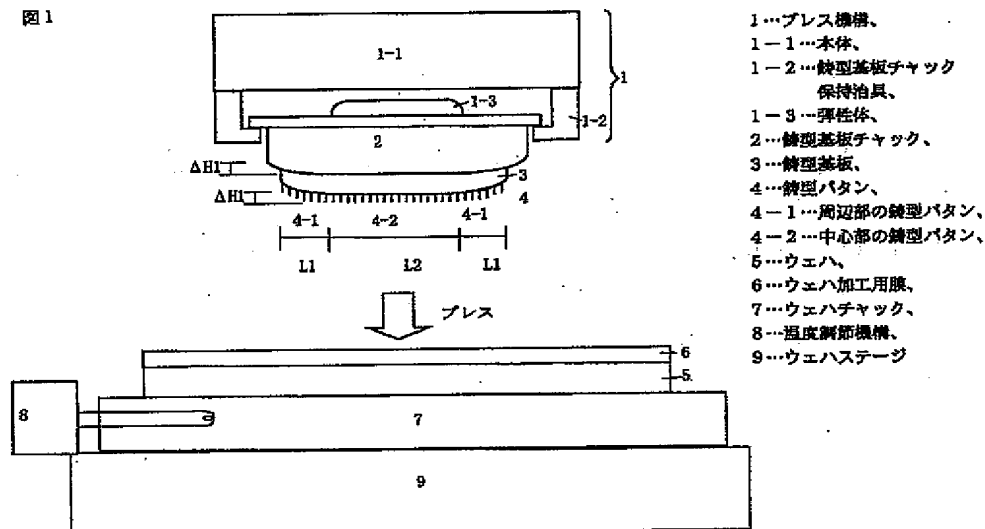
*【図1】本発明のインプリント方法及びインプリント装置の典型的な実施の形態例を説明する概略図である。

【図2】4インチシリコンウェハの10mm角に80MPaの圧力を加えたときの、鋳型パタン中心から外周に向けた各位置でのウェハの高さ方向の歪の計算例を示す図である。

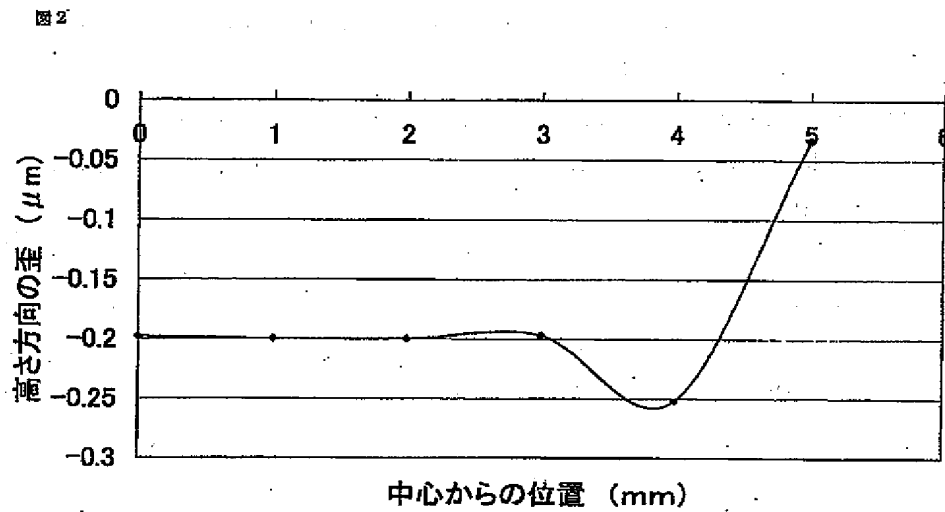
【符号の説明】

1…プレス機構、1-1…本体、1-2…鋳型基板チャック保持治具、1-3…弾性体、2…鋳型基板チャック、3…鋳型基板、4…鋳型パタン、4-1…周辺部の鋳型パタン、4-2…中心部の鋳型パタン、5…ウェハ、6…ウェハ加工用膜、7…ウェハチャック、8…温度調節機構、9…ウェハステージ。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 清水 彰

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 4E088 DA07

5F046 AA28